

# Analysis on the Cause of a Severe Convective Weather in the West Tarim Basin-Cn

Dasheng Zhou<sup>1</sup>, Xiangyang Xie<sup>2\*</sup>, Yanli Chen<sup>3</sup>, Xueying Zhou<sup>4</sup>, Rong Qin<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Meteorological Radar Station, Meteorological Bureau of the First Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Alar Xinjiang

<sup>2</sup>Meteorological Bureau of Xinjiang Production and Construction Corps, Wujiaqu Xinjiang

<sup>3</sup>Meteorological Bureau of Tiemenguan City, Tiemenguan Xinjiang

<sup>4</sup>Meteorological Bureau of the Bayingolin Mongol Autonomous Prefecture, Korla Xinjiang

<sup>5</sup>Xinjiang Meteorological Information Center, Urumqi Xinjiang

Email: 783454171@qq.com, \*1477606184@qq.com

Received: Nov. 3<sup>rd</sup>, 2019; accepted: Nov. 18<sup>th</sup>, 2019; published: Nov. 25<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

The occurrence and development mechanism of the hail weather process that occurred in Alar City, Xinjiang Production and Construction Corps on September 4<sup>th</sup>, 2015 were analyzed based on the routine data, sounding data, NCEP/NCAR 1° × 1° reanalysis data and new-generation weather radar data from the regional automatic weather station. The following results show: 1) The split shortwaves from the southern West Siberian Cold Trough were the primary contributing factors to the production of the local hail weather in western Tarim Basin, Xinjiang. 2) The short-term local heavy precipitation was caused by a combined action of the synoptic scale system with multiple small and mesoscale systems. The interaction between the disturbance of the upper-level shortwave and lower-level southwesterly flow, facilitated the generation of mesoscales and smaller, and resulted in local heavy precipitation and hailstorm in this region. 3) The headwind region might be used as an index for identification of the core area of heavy precipitation; there was a clear corresponding relationship between the headwind region and the strong echo center. (4) The strong center and maximum gradient area of the radar reflectivity factor are of indicative significance to the forecast of the hailing location. When a strong echo center > 50 dBZ reached 8 - 9 km long and the echo height reached 10 km, an obvious hail cloud structure would have been formed.

## Keywords

Alar City, Reflectivity Factor, Headwind Region, Black Body Temperature (TBB)

---

# 新疆塔里木盆地西部一次强对流性天气的成因分析

\*通讯作者。

周大胜<sup>1</sup>, 谢向阳<sup>2\*</sup>, 陈艳丽<sup>3</sup>, 周雪英<sup>4</sup>, 秦 榕<sup>5</sup>

<sup>1</sup>新疆生产建设兵团第一师气象局气象雷达站, 新疆 阿拉尔

<sup>2</sup>兵团五家渠市气象局, 新疆 五家渠

<sup>3</sup>新疆铁门关市气象局, 新疆 铁门关

<sup>4</sup>巴音郭楞蒙古自治州气象局, 新疆 库尔勒

<sup>5</sup>新疆气象信息中心, 新疆 乌鲁木齐

Email: 783454171@qq.com, \*1477606184@qq.com

收稿日期: 2019年11月3日; 录用日期: 2019年11月18日; 发布日期: 2019年11月25日

## 摘 要

利用区域自动气象站常规资料、探空资料、NCEP/NCAR  $1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料及新一代天气雷达资料, 对2015年9月4日出现在新疆兵团阿拉尔市的一次冰雹天气过程的发生、发展机理进行分析。结果表明: 1) 西西伯利亚低槽南部的分裂短波是造成此次新疆塔里木盆地西部局地冰雹天气的主要影响系统。2) 局地短时强降水的产生是在天气尺度背景和多个中小尺度系统共同作用的结果。高空短波槽的扰动与低层西南气流的相互作用促使中小尺度的生成, 导致此次该区域局地强降水、冰雹的发生。3) 逆风区可以作为强降水中心区域的一个判别指标; 逆风区与强回波中心有较好的对应关系。4) 雷达反射率因子强中心和反射率因子梯度最大值区域对冰雹的落区预报有很好的指示作用, 当 $>50$  dBZ的强回波中心达8~9 km, 回波顶高达到10 km左右时, 已形成明显的冰雹云结构。

## 关键词

阿拉尔市, 反射率因子, 逆风区, 云顶亮温

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

新疆兵团第一师阿拉尔市位于新疆塔里木盆地西部, 地处欧亚大陆腹地, 属温带典型大陆性气候, 光照充足、雨热同季、无霜期长、昼夜温差较大。由于独特的地域环境和热力条件, 大风、沙尘暴、局地短时强降水、冰雹等气象灾害频繁发生; 近年来, 局地暴雨和冰雹天气呈早发、频发的态势, 给阿拉尔市经济和人民生命财产造成巨大损失。作为世界上冰雹灾害最严重的国家之一, 国内诸多气象学者针对冰雹发生的天气环境条件、冰雹天气的判别等领域做了研究分析, 同时也对冰雹探测和预警做了深入剖析, 并取得了颇多科研成果[1]-[6]。随着全球气候逐渐变暖, 新疆局地发生短时强降水、冰雹等灾害性天气呈频发重发的态势; 对此, 新疆许多气象学者也从不同测重点、不同角度进行了分析和研究, 并得出了诸多科学结论[7]-[12]。

## 2. 天气实况及资料选择

### 2.1. 天气实况

2015年8月28日至9月4日, 新疆兵团一师阿拉尔市的各垦区断续出现了降水天气, 温度下降较

明显, 辖区内二团、四团、五团、六团、十六团等多个团场出现大雨加雹; 其中, 2015 年 9 月 4 日 19 时 10 分至 21 时 02 分, 新疆兵团第一师四团普遍遭受了暴雨和冰雹袭击, 降水量为 28.8 毫米, 致使该团玉米、马铃薯、果树等受灾严重, 冰雹持续时间约 5 分钟, 最大冰雹直径 10 毫米。

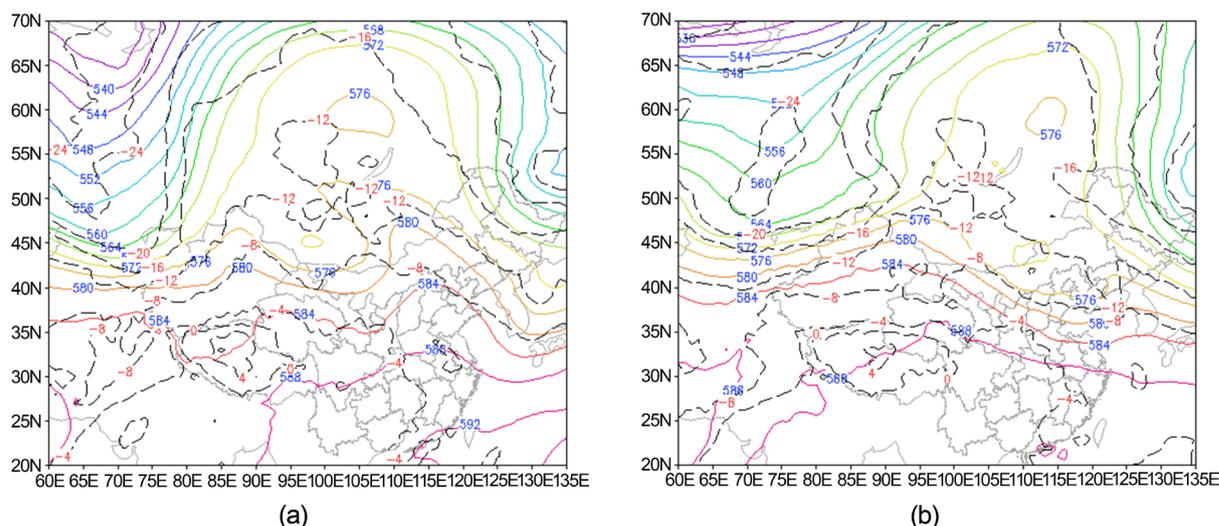
## 2.2. 资料选择

因新疆塔里木盆地西部的高空探测资料较少, 且近年来南疆西部的短时强降水天气致灾重、降水成因复杂, 预报难度较大, 为不断提高该区域内强对流性天气的预报准确率, 本文利用区域自动气象站常规资料、探空资料、NCEP/NCAR  $1^\circ \times 1^\circ$  再分析资料及 SCRXD-01 型脉冲多普勒天气雷达资料(X 波段), 对 2015 年 9 月 4 日出现在塔里木盆地西部一次强降水、冰雹天气过程的发生、发展机理进行分析, 总结该区域内冰雹天气的预报经验, 以期不断提高今后辖区内强对流性天气的预报预警水平。

## 3. 天气形势特征

受西伯利亚低槽南部短波扰动的影响, 2015 年 8 月末至 9 月初, 新疆兵团一师阿拉尔垦区出现了一次较长时间的降水天气。

9 月 3 日 20 时 500 hPa 形势场上(图 1(a))巴尔喀什湖以东至贝加尔湖为高压脊, 发展旺盛, 其位稳定且少动, 这使得低值系统维持时间相对较长。9 月 4 日 20 时 500 hPa 形势场上(图 1(b)), 西西伯利亚南段的低槽在巴尔喀什湖一带加强并不断分裂短波, 南疆盆地西部则位于低槽底部前部, 槽前正涡度平流易产生上升运动; 当西西伯利亚低压槽开始影响新疆西部时, 极易造成该区域对流性天气的发生。区域性短时强降水是在天气尺度背景下和多个中小尺度系统共同作用的结果。



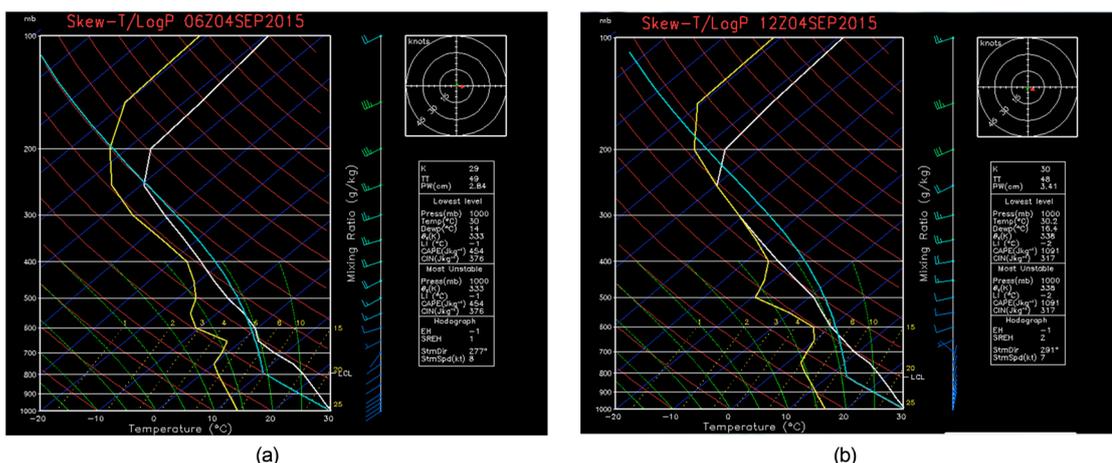
**Figure 1.** (a) The circulation features in 500 hpa at 20:00 on 3th; (b) The circulation features in 500 hpa at 20:00 on 4th  
**图 1.** (a) 2015 年 9 月 3 日 20 时 500 hpa 天气图; (b) 2015 年 9 月 4 日 20 时 500 hpa 天气图

500 hpa 风场上(图略), 南疆西部山区处于平直的西风环流中, 极大风速 14 m/s; 中低层 700 hpa 至 850 hpa 风场上有 4 m/s 的弱西南气流, 阿克苏地区到巴州区域还存在弱的偏东风气流, 形成弱的风切变, 中低层的风切变使得水汽和动量辐合得以维持。

9 月 4 日 14 时 700 hpa 相对湿度场上(图略), 南疆西部山区相对湿度维持在 60%~70%, 4 日 20 时该区域的相对湿度增大至 70%~80%, 这表明中低层水汽条件较好; 加之本区域内前期的持续性降水, 为 9 月 4 日强对流天气的发生提供了较好的水汽条件。

### 4. 探空资料分析

强对流天气的发生一般需要很大的潜在不稳定能量、充足的水汽和强烈的抬升条件，此外，冰雹天气的出现还需要适宜的0℃度层高度。通过制作 2015 年 9 月 4 日 14 时、20 时新疆兵团第一师四团冰雹落区(79.3E, 41.3N)的斜温图(skew-T/LogP) (图 2(a)~(b))，从而得出该区域对应时段的对流参数(表 1)可以看出：此次冰雹天气各项稳定度参数均达到该区域强对流天气的阈值。从 k、LI、CAPE、CIN 等物理量的时间变化可看出：9 月 4 日 14 时 K 值为 29℃，CAPE 值为 454 J/kg；4 日 20 时 K 值增至 30℃，CAPE 值则增加到 1091 J/kg，表明气层处于不稳定状态，说明冰雹发生前期大气中不稳定能量不断累积，为强冰雹的发生提供了十分有利的条件。伴随着对流的发生，CAPE 值迅速减小，由此可见对流不稳定能量的迅速释放导致了强对流天气的发生。随着下垫面气温降低，边界层冷暖气流交汇产生剧烈的上升运动，造成该区域上空不稳定能量快速释放，则对应的地面新疆兵团一师四团出现冰雹，随之 CAPE 值明显减小。



**Figure 2.** (a) Skew-T/LogP by the Fourth Regiment of the First Division of Xinjiang Production and Construction Corps at 14:00 on September 4th, 2015; (b) Skew-T/LogP by the Fourth Regiment of the First Division of Xinjiang Production and Construction Corps at 20:00 on September 4th, 2015

**图 2.** (a) 2015 年 9 月 4 日 14 时新疆兵团第一师四团的斜温图(skew-T/LogP); (b) 2015 年 9 月 4 日 20 时新疆兵团第一师四团的斜温图(skew-T/LogP)

**Table 1.** Physical parameters of sounding in hailfall area of the Fourth Regiment of the First Division of Xinjiang Production and Construction Corps at 08:00-20:00 on September 4th, 2015

**表 1.** 2015 年 9 月 4 日 08 时至 20 时新疆兵团第一师四团冰雹落区的探空物理量参数

时间	K 指数(℃)	TT 总指数(℃)	LI (℃)	$\theta_{se}$ (℃)	CAPE 湿对流有效位能(J/kg)	CIN 对流抑制有效位能(J/kg)
2015 年 9 月 4 日 14 时	29	49	-1	333	454	376
2015 年 9 月 4 日 20 时	30	48	-2	338	1091	317

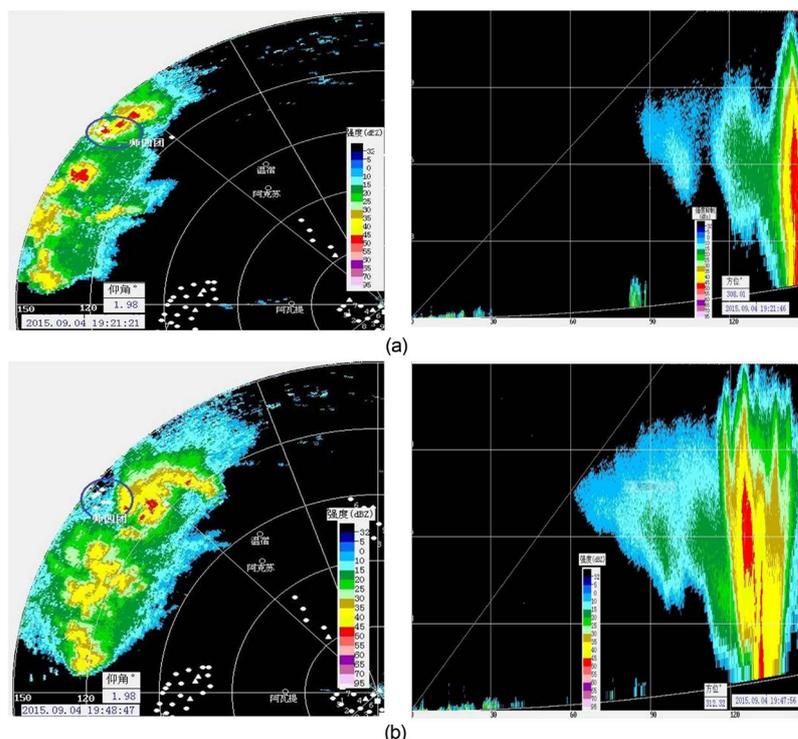
### 5. 多普勒雷达资料分析

所用雷达资料来自于新疆兵团第一师八团机械大队(121°31'E, 31°20'N, 拔海高度 1015 米)，雷达型号安徽四创电子股份有限公司 SCRXD-01 型脉冲多普勒天气雷达(X 波段)。

9 月 4 日 19:03 仰角为 1.5° (图 3(a))，300 km 距离处监测到雷达站西北面距离 120~180 km，方位 270°~315°范围内出现强对流回波，呈西南—东北走向，沿纵向排列 4 个明显的单体风暴，其分布较均匀，大致相距 30 km。最强一个单体风暴，其云顶高度达 12 km，≥50 dbz 强回波中心的垂直高度上升至

9 km (图 3(a))。经连续监测：位于西部阿合奇、乌什山区一带的云系不断发展并向东北方向移动，将影响其移动路径上的沙井子片区一团、二团、三团、四团和六团，阿克苏和温宿、5 团等区域。19:03 仰角 3° 150 km 距离档的强度 PPI 显示图上可以看到(图略)，沙井子片区以西至四团上空回波范围长度大约 130 km，宽度近 50 km (图 3(a))，对流回波带在继续向东北方向推进过程中，基本保持着完整清晰的前边缘和外形轮廓，回波强度变化不大。

9 月 4 日 19:21 大面积的强对流回波主体进入并开始影响兵团一师四团(图 3(a))，1 号、7 号作业点降雹，19:31，1 号作业点上空强中心回波顶高上升至 12 km， $\geq 50$  dbz 强回波中心的垂直高度达 8 km (图 3(b))，雷暴闪电频繁，1 号点大雨夹带软雹，四团出现短时强降水，降水量为 28.8 mm。随着强对流回波主体移出四团，并继续向东北方向推进，该区域的降水天气趋于结束。



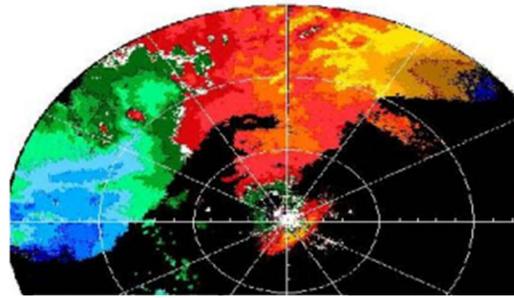
**Figure 3.** (a) Echo intensity and profile by the Fourth Regiment of the First Division of Xinjiang Production and Construction Corps at 19:21 on September 4th, 2015; (b) Echo intensity and profile by the Fourth Regiment of the First Division of Xinjiang Production and Construction Corps at 19:48 on September 4th, 2015

**图 3.** (a) 2015 年 9 月 4 日 19:21 新疆兵团第一师四团的回波强度及剖面；(b) 2015 年 9 月 4 日 19:48 新疆兵团第一师四团的回波强度及剖面

强对流发生时，在径向速度图像上显示(图 4)：一师四团区域出现逆风区，受环境风影响，逆风区在整个发展演变过程中，其移动速度较慢，且维持时间较长，对应的地现一师四团出现短时强降水、冰雹天气；由此可见，逆风区可以作为强降水中心区域的一个判别指标。与此同时，经监测发现：逆风区与强回波中心有较好的对应关系。

## 6. 中尺度云团特征分析

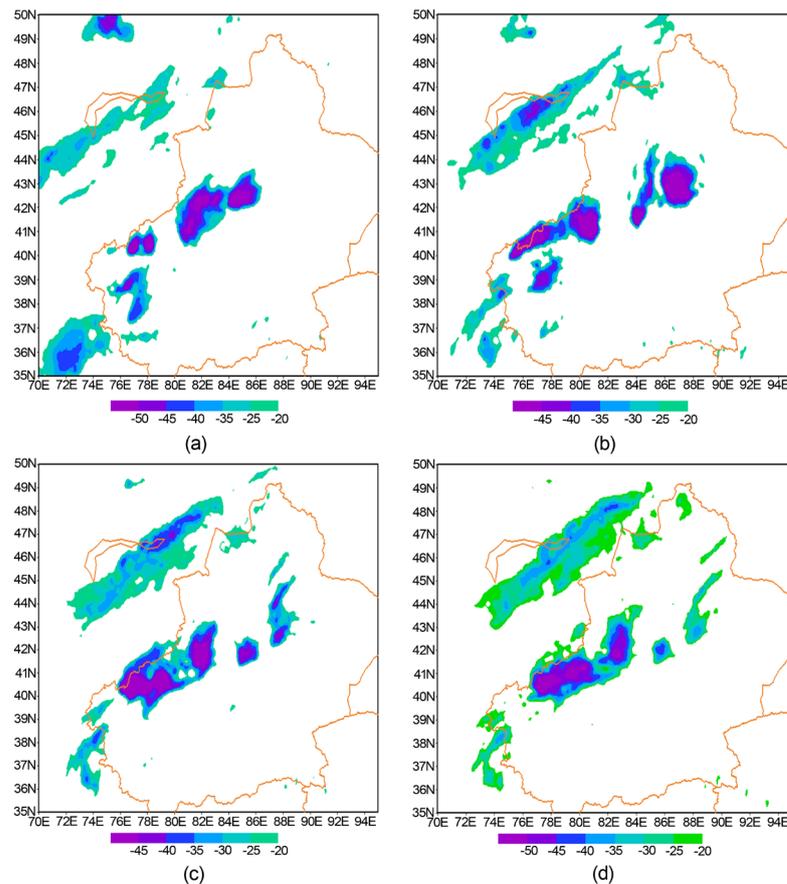
高时空分辨率的云图资料能够较好地反映强天气落区中尺度云团的演变过程。利用 FY-2G 卫星高分辨率云顶亮温(TBB)资料，对此次发生在新疆兵团第一师四团的冰雹天气过程进行分析，可以看出强天气时段与中尺度云团的演变有较好的对应关系。



**Figure 4.** Radial velocity diagram at 1.5°C by the Fourth Regiment of the First Division of Xinjiang Production and Construction Corps at 19:20 on September 4th, 2015

**图 4.** 2015 年 9 月 4 日 19:20 新疆兵团第一师四团 1.5°C 径向速度图

2015 年 9 月 4 日 16 时(图 5(a)), 南疆盆地西南部有近于圆形的  $\alpha$  中尺度对流云团, 其在向东北移动过程中不断加强, 中心 TBB  $\leq -55^{\circ}\text{C}$ 。9 月 4 日 19 时(图 5(b))该中尺度云团进入兵团一师西部区域, 两个对流单体合并增强, TBB 梯度逐渐增大, 一师四团则处于该中尺度云团前沿 TBB 梯度大值区(图 5(c)), 对应着强对流的发生时段。4 日 21 时起(图 5(d)), 中尺度对流云团逐渐移出兵团一师四团, 该区域的降水也随之减弱并逐渐停止。



**Figure 5.** TBB evolution on FY-2E (a - d) satellite cloud image on September 4th, 2015 (unit:  $^{\circ}\text{C}$ ) At 16:00 on September 4th, (b) At 19:00 on September 4th, (c) At 20:00 on September 4th, (d) at 21:00 on September 4th

**图 5.** 2015 年 9 月 4 日 FY-2E (a~d) 卫星云图 TBB 演变(单位:  $^{\circ}\text{C}$ ); (a) 9 月 4 日 16 时, (b) 9 月 4 日 19 时, (c) 9 月 4 日 20 时, (d) 9 月 4 日 21 时;

## 7. 小结

- 1) 西西伯利亚低槽南部的分裂短波是造成此次新疆塔里木盆地西部局地冰雹天气的主要影响系统。
- 2) 局地短时强降水的产生是在天气尺度背景和多个中小尺度系统共同作用的结果。高空短波槽的扰动与低层西南气流的的相互作用促使中小尺度的生成，导致此次该区域局地强降水、冰雹的发生。
- 3) 逆风区可以作为强降水中心区域的一个判别指标；逆风区与强回波中心有较好的对应关系。
- 4) 雷达反射率因子强中心和反射率因子梯度最大值区域对冰雹的落区预报有很好的指示作用，当 $>50$  dBZ 的强回波中心达 8~9 km，回波顶高达到 10 km 左右时，已形成明显的冰雹云结构。

## 基金项目

2018 年度新疆南疆重点产业创新发展支撑项目(KJ2018SF01)；新疆气象局面上项目(MS201903)共同资助。

## 参考文献

- [1] 俞小鼎, 姚秀萍, 熊廷南, 等. 新一代天气雷达原理和应用讲义: 修订本[M]. 北京: 中国气象局培训中心, 2004: 1-3+187-197.
- [2] 郑旭程, 达布希拉图, 苏立娟, 樊茹霞, 方晓红, 于水燕. 冰雹发生的天气环境条件及识别指标[J]. 干旱区资源与环境, 2018, 32(12): 117-122.
- [3] 郑媛媛, 俞小鼎, 方翀, 等. 一次典型超级单体风暴的多普勒雷达观测分析[J]. 气象学报, 2004, 62(3): 317-328.
- [4] 白爱娟, 程志刚. 新一代天气雷达图像分析及应用[M]. 北京: 气象出版社, 2019: 105-115.
- [5] 史莲梅, 赵智鹏, 王旭. 1961-2014 年新疆冰雹灾害时空分布特征[J]. 冰川冻土, 2015, 37(4): 898-904.
- [6] 王研峰, 黄武斌, 王聚杰, 黄玉霞, 段伯隆, 杨勇. 一次甘肃天水强冰雹的雷达回波特征及成因分析[J]. 高原气象, 2019, 38(2): 368-376.
- [7] 热苏力·阿不拉, 牛生杰, 阿不力米提江·阿布力克木, 巴哈古丽·瓦哈甫. 新疆冰雹分区预报方法研究[J]. 冰川冻土, 2015, 37(4): 1041-1049.
- [8] 陈艳丽. 2015 年塔里木垦区“5. 27”暴雨天气过程的诊断分析[J]. 新疆农垦科技, 2015, 38(9): 57-59.
- [9] 曾勇, 杨莲梅. 新疆西部一次极端暴雨事件的成因分析[J]. 高原气象, 2018, 37(5): 1220-1232.
- [10] 张磊, 张继东, 热苏力·阿不拉. 南疆阿克苏冰雹天气的判识指标研究[J]. 干旱气象, 2014, 32(4): 629-635.
- [11] 魏勇, 彭军, 热苏力·阿不拉, 王存亮, 陈建民. 新疆天山北坡中部一次冰雹天气成因分析[J]. 干旱气象, 2013, 31(4): 771-777+802.
- [12] 周雪英, 贾健, 刘国强, 王芳, 仇会民, 孙怀琴. 1997-2017 年塔克拉玛干沙漠腹地降水特征[J]. 中国沙漠, 2019, 39(1): 187-194.